

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ, СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ ПО ОСНОВНЫМ ИСТОЧНИКАМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (электронные протоколы)

Т. Р. Исмагилов, А. Е. Юденко, И. И. Патракова

Институт криосферы Земли СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия

В работе исследуются прикладные вопросы построения автоматизированных технологий „электронного“ ведения, передачи и согласования данных по экологии, которые являются составной частью работ по информационному обеспечению функций управления в природопользовании.

Природопользование, мониторинг, данные, протоколы, классификация, анализ

THE AUTOMATED TECHNOLOGIES OF RUNNING, COLLECTION AND ANALYSIS OF THE DATA ON THE BASIC SOURCES OF POLLUTION. (electronic protocols)

T. R. Ismagilov, A. E. Yudenko, I. I. Patrakova

Earth Cryosphere Institute SB RAS, 625000, Tyumen, 1230, Russia

In this work the applied problems of construction of the automated technologies of electronic running, transfer and coordination data on ecology are investigated, which are part of the works on information maintenance of functions of management in nature development.

Nature development, monitoring, data, protocols, classification, analysis

В соответствии с Законом об охране окружающей среды [Закон РФ, 1991], любая деятельность по освоению и использованию природных ресурсов подлежит контролю со стороны государственных ресурсных и экологических комитетов. Интенсивность освоения крупных территорий нефтегазовых месторождений северных районов Западной Сибири, обуславливает большие потоки подконтрольной информации об эксплуатации природных комплексов. Качественное исполнение указанных функций не возможно без перехода на информационно-емкие средства регистрации и обработки поступающих данных. Ключевым направлением повышения уровня управляемости является переход к автоматизированным технологиям администрирования, основанным на широком использовании современных компьютерных средств и программ. Укрупненная структура по информатизации природопользования дана на рис. 1. Статья посвящена прикладным вопросам построения автоматизированных технологий „электронного“ ведения, передачи и согласования данных по экологии.

В настоящее время для Ханты-Мансийского автономного округа отрабатывается проект документов по созданию и внедрению единой системы автоматизированного территориального монито-

ринга. В качестве экспериментальных полигонов были выбраны два ведущих района округа — Нижневартовский и Сургутский.

Суть первой стадии работ — создание и внедрение нового регламента учета, сбора и обработки данных по основным источникам загрязнения: аварийным разливам, шламовым амбарами и загрязненным участкам (старые аварийные разливы) на территориях нефтегазовых месторождений округа.

Успех данного мероприятия, помимо прочего, зависит от того, каким образом вновь получаемая информация будет согласована с существующим регламентом администрирования. Действующий регламент — есть производная трех факторов, а именно: 1) нормативно-правовая база, 2) опыт территориального управления в природопользовании, накопленный в комитетах и на предприятиях, 3) специфика территориальных производств. Ни один из указанных факторов нельзя обойти. Всякое нововведение должно строиться по принципу „от достигнутого“, постепенно дополняя, совершенствуя и заменяя действующие схемы управления.

Схема взаимодействия экологических служб предприятий и комитета иллюстрируется на рис. 2 (стрелками показаны пути обмена и сог-

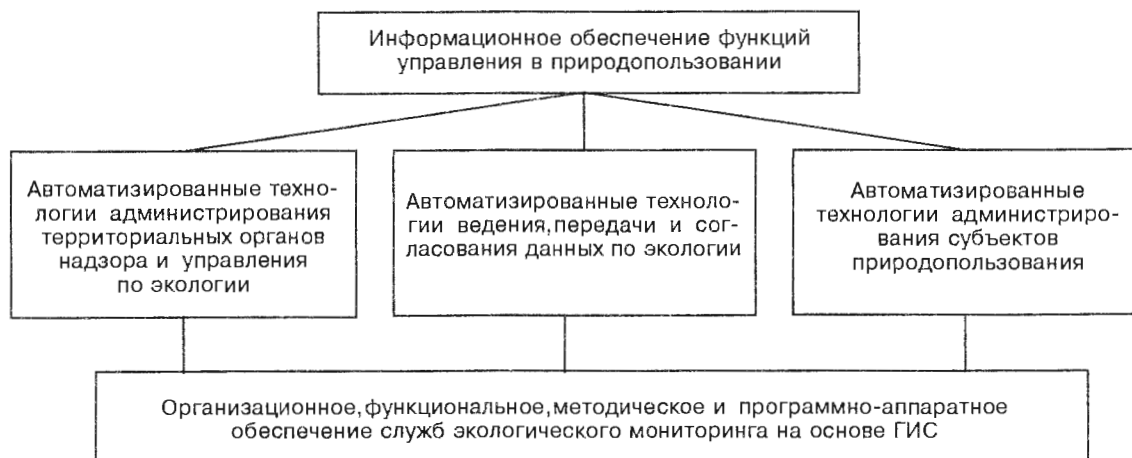


Рис. 1. Задачи информатизации в региональной экологии.

ласования информации). Наиболее полный контроль осуществляется экологическими службами нефтегазодобывающих предприятий (НГДП).

Соответствующие данные передаются в комитет (чаще в „укороченном“ или суммарном виде). Полученные данные используются для выработки планов инспекторских проверок, по результатам которых ранее переданные сведения корректируются и вновь согласуются с предприятием (пунктирные стрелки). Согласованные данные выступают основаниями для взимания штрафов за нанесенные ущербы.

Наиболее динамичным источником информации являются „аварийные разливы“. Основываясь на опыте работы инспекторских служб районных комитетов, отметим следующее.

Данные об аварийных разливах поступают в комитет двумя способами: оперативные телефонограммы по основной фактуре аварии, ежеквартальный журнал аварий с более полными сведениями.

Данные о загрязненных участках и шламовых амбарах регистрируются и поступают реже (раз или два раза в год) по результатам инвентаризации или выборочных обследований. Эта группа данных оформляется в виде паспортов. В комитетах чаще всего информация о шламовых амбарах хранится в обобщенном виде.

Анализ действующих документов выявил следующие недоработки.

1. Если всевозможные схемы анализа по фактурным данным (объемы, площади разливов, начисление за сверхлимит, штрафы и т. п.) допускают реализацию в автоматическом режиме, то анализ аварийного техногена, оценка мер экологического ущерба, сравнительный анализ предпринимаемых мероприятий, в том числе и по предписаниям, в автоматизированном режиме осуществить невозможно, так как принятая но-

менклатура и форматы данных неформализованы и ориентированы на ручную „бумажную информатику“.

2. Как правило, документы (журналы аварий, паспорта загрязненных участков и шламовых амбаров) плохо согласованы между собой. Способы описания однотипных сведений неодинаковы, общие группы данных в протоколах неравномерно представлены, а некоторые вовсе отсутствуют.

Можно и дальше комментировать недоработки. Ниже будет изложен результат к которому привела попытка исправить эти недостатки.

Итак, что же преследуется с переходом на новые формы ведения документов в „электронном виде“, т. е. „компьютерным способом“, с хранением и передачей на магнитных носителях.

1. Однозначность толкования данных о нагрузке на „экологию“ для всех заинтересованных административных органов управления: как комитеты по экологии, комитеты по земле, районные службы надзора, фонды, прокуратура и т. п.

2. Полнота данных и регулярность поступления (каждый квартал, а то и чаще). Иметь полную информацию об антропогенной нагрузке на территории — не желание, а обязанность органов надзора и регулирования. С переходом на технологии „Электронных протоколов“ эта обязанность становится реализуемой.

3. Отражение специфики производств нефтедобычи и опыта работы экологических служб.

4. Обеспечение перехода на технологии быстрого анализа с возможно сложной обработкой данных (статистика, прогноз) и выходом на задачи экологической безопасности, комплексного ущерба в различных масштабах, начиная с эксплуатационного участка, цеха, месторождения,

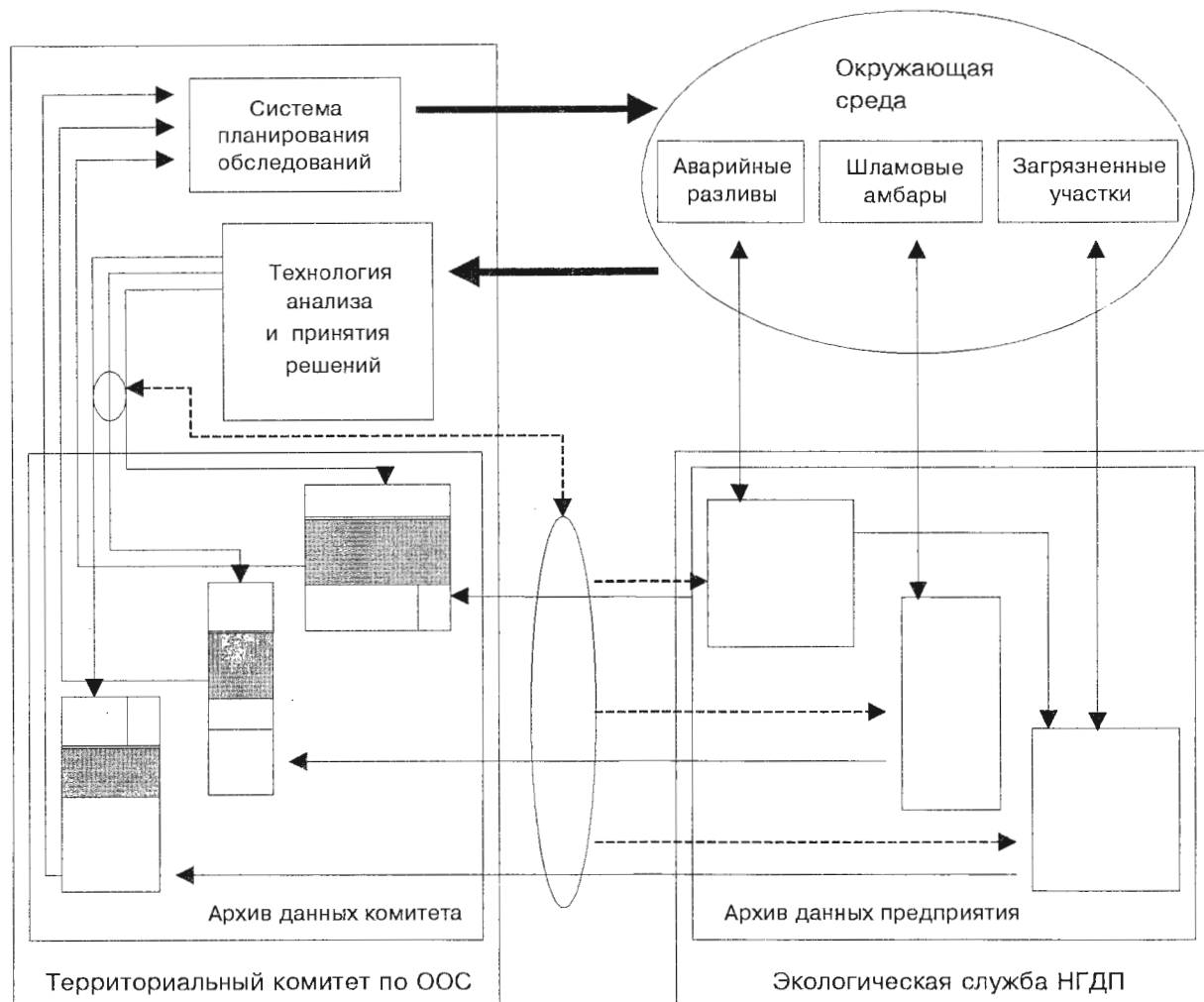


Рис. 2. Схема взаимодействия экологических служб.

предприятия, объединения, района и кончая округом.

На основании анализа действующих документальных форм, базируясь на ранее высказанных недостатках и пожеланиях была разработана новая унифицированная система данных (некий территориальный стандарт), отражающая сложившуюся практику контроля и регулирования (табл. 1).

Все сведения об объектах загрязнения структурированы по общим разделам, формализованы единым образом и равномерно представлены. В том случае, если необходимы дополнительные комментарии, отражающие специфику регистрируемого явления, в протоколах имеются рубрики „Текстовые пояснения“. Предложенная форма документов фиксирует не только фактуру события, по которому выставляются штрафы, но также описывает процессы, которые к моменту регистрации могут иметь разную степень завер-

шенности. Особое значение имеют сведения об адресации аварийного техногена и пораженного ландшафта.

Остановимся подробнее на вопросе параметризации картографических данных указанного типа. Сложность адресации техногена обусловлена отсутствием единых унифицированных названий. Эксплуатационная документация в лучшем случае фиксирует точечные объекты, такие как кусты скважин, разведочные скважины и т. д. Линейные объекты слабо структурированы и не нумеруются. В силу удаленности, рассредоточенности, многочисленных технических ремонтов, позиции линейных сооружений, как правило, не определены. Поэтому адресация аварийного трубопровода осуществляется по технологической схеме (рис. 3). Основываясь на стиле адресации техногена в журналах аварий нами предложена формальная схема, представленная в табл. 2. Схема классификаций

Таблица 1. Унифицированная система данных по протоколам

Загрязненные участки		Аварийные разливы		Шламовые амбары	
<i>Общие данные</i>					
1.	Дата (инвентаризации)	1.	Номер аварии (порядковый по журналу)	1.	Дата (инвентаризации)
2.	Предприятие	2.	Дата (аварии)	2.	Предприятие
3.	Месторождение	3.	Предприятие	3.	Месторождение
4.	Номер цеха	4.	Месторождение	4.	Номер цеха
5.	Номер ЗУ	5.	Номер цеха		
6.	Дата образования	6.	Номер ЗУ	5.	Дата образования
<i>Место: географическая привязка</i>					
7.	Широта	7.	Широта		
8.	Долгота	8.	Долгота		
9.	Ближайший населенный пункт	9.	Ближайший населенный пункт		
10.	Расстояние в румбах	10.	Расстояние в румбах		
<i>Место: характеристика техногена</i>					
11.	Район привязки	11.	Район привязки	6.	Район привязки
12.	№	12.	№	7.	№
13.	Объект привязки 1	13.	Объект привязки 1	8.	Объект привязки 1
14.	№	14.	№	9.	№
15.	Объект привязки 2	15.	Объект привязки 2	10.	Количество скважин на кусте
16.	№	16.	№		
17.	Характеристика л/с	17.	Характеристика л/с		
18.	Диаметр л/с	18.	Диаметр л/с		
19.	Расстояние по л/с	19.	Расстояние по л/с		
		20.	Дата начала эксплуатации трубы		
		21.	Дата последнего кап. ремонта		
		22.	Дата последнего тек. ремонта		
		23.	Причина аварии		
		24.	Давление по регламенту		
		25.	Давление фактическое		
<i>Место: характеристика ландшафта</i>					
20.	Тип ландшафта	26.	Тип ландшафта	11.	Тип ландшафта
21.	Тип водного объекта (ВО)	27.	Тип водного объекта (ВО)	12.	Тип водного объекта (ВО)
22.	Приближенность к ВО	28.	Приближенность к ВО	13.	Приближенность к ВО
23.	Текстовые пояснения	29.	Текстовые пояснения	14.	Текстовые пояснения
<i>Фактурные данные</i>					
24.	Общая схема ЗУ	30.	Схема ЗУ	15.	Количество амбаров и позиции по схеме, в том числе:
25.	Площадь поражения, в том числе:	31.	Площадь ЗУ, в том числе:	16.	вновь построенные с момента последней инвентаризации
26.	— площадь рекультивированная	32.	— площадь загрязнен. пятна (ЗП)	17.	Уровень шламовых амбаров
27.	— площадь самовосстановления	33.	— длина, ширина ЗП	18.	Объем амбаров
28.	— площадь ЗУ, в том числе:	34.	— повторно загрязнено		
29.	— площадь загрязнения от стока	35.	Мощность слоя, содержащего загрязняющее вещество		
30.	Степень и характер загрязнения	36.	Количество разлитого загрязнителя, в том числе:		
31.	Текстовые пояснения	37.	— откачено		
32.	Степень разрушения биоценозов	38.	— попало в водоем		

Загрязненные участки		Аварийные разливы		Шламовые амбары	
33.	Текстовые пояснения	39.	Категория аварии		
		40.	Тип загрязнителя:		
		41.	— обводненность		
		42.	— минерализация подтоварной воды		
		43.	— ингибиторная защита		
		44.	Метод определения загрязняющих веществ (ЗВ)		
<i>Состояние защищенности участка</i>					
34.	Эффективность локализации	45.	Эффективность локализации	19.	Эффективность локализации
35.	Тип защиты: — обваловка	46.	Тип защиты: — обваловка	20.	Тип защиты: — обваловка
36.	— боны (длина)	47.	— боны (длина)	21.	— боны (длина)
37.	— гидрозатворы (шт.)	48.	— гидрозатворы (шт.)	22.	— гидрозатворы (шт.)
38.	Текстовые пояснения	49.	Текстовые пояснения	23.	Текстовые пояснения
<i>Платежи</i>					
		50.	Сумма за сверхлимит	24.	Сумма за сверхлимит
		51.	Дата полной оплаты	25.	Дата полной оплаты
39.	Сумма наложенных штрафов	52.	Сумма наложенных штрафов	26.	Сумма наложенных штрафов
40.	Дата полной оплаты	53.	Дата полной оплаты	27.	Дата полной оплаты
<i>Мероприятия по защите ландшафта</i>					
41.	Срок выполнения по плану	54.	Отметка (дата) о выполнении	28.	Срок выполнения по плану
42.	Отметка (дата) о выполнении	55.	Отметка (дата) о выполнении	29.	Отметка (дата) о выполнении
43.	Уровень завершенности	56.	Уровень завершенности	30.	Уровень завершенности
44.	Фактические затраты	57.	Фактические затраты	31.	Фактические затраты
45.	Текстовые пояснения	58.	Текстовые пояснения	32.	Текстовые пояснения
<i>Мероприятия по восстановлению ландшафта (рекультивация)</i>					
46.	Срок выполнения по плану			33.	Срок выполнения по плану
47.	Отметка (дата) о выполнении			34.	Отметка (дата) о выполнении
48.	Уровень завершенности			35.	Уровень завершенности
49.	Фактические затраты	59.	Расчетные затраты	36.	Фактические затраты
50.	Метод рекультивации			37.	Метод рекультивации
51.	Исполнитель работ				
52.	Текстовые пояснения			38.	Текстовые пояснения
<i>Мероприятия по техногену</i>					
		60.	Время обнаружения		
53.	Срок выполнения по плану	61.	Время начала ремонта		
54.	Отметка (дата) о выполнении	62.	Время окончания ремонта		
55.	Уровень завершенности	63.	Время пуска в эксплуатацию		
56.	Фактические затраты	64.	Фактические затраты		
57.	Текстовые пояснения	65.	Текстовые пояснения		
<i>Акты и иные сопутствующие документы</i>					
58.	Номер и дата акта (документа)	66.	Номер и дата акта (документа)	39.	Номер и дата акта (документа)
59.	Краткое содержание предписания (документа)	67.	Краткое содержание предписания (документа)	40.	Краткое содержание предписания (документа)
60.	ФИО исполнителя	68.	ФИО исполнителя	41.	ФИО исполнителя

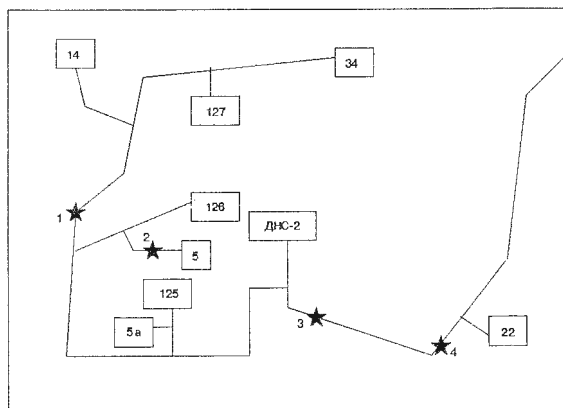


Рис. 3. Схема участка нефтесборных сетей (район ДНС-2).

использует список типовых названий (табл. 3) и указывает: район аварии по узловому объекту техногена, первый объект привязки по линейному сооружению, второй объект привязки и расстояние от первого объекта до места аварии. Примеры адресаций аварий рис. 3 приведены в табл. 2.

Аналогичным образом адрес по техногену указывается в паспортах загрязненных участков, что позволяет производить сложную аналитическую обработку данных по загрязненным участкам.

Для шламовых амбаров указывается куст (т. е. объект привязки № 1) и его номер, район привязки указывается по желанию.

Данная параметризация позволяет решать задачи по анализу аварийного техногена посредством определения мест наибольшей аварийности.

Перейдем к элементу структуры — „Место: характеристика ландшафта“. Предлагаемый ниже вариант описания природных комплексов составлен с учетом их ресурсной и средообразующей значимости. Типовая легенда карты растительности для районов Среднего Приобья (по материалам проектов ОВОС) содержит к примеру 32 наименования с подробным описанием видового состава сообществ и класса их продуктивности (табл. 4).

Поддержка данного уровня классификации в период эксплуатации требует дорогостоящего научного обеспечения и высокой квалификации специалистов служб экологии. На практике це-

Таблица 2.

Примеры адресации аварий

Назначение трубопровода								
Район привязки	Номер	Объект привязки № 1	Номер	Объект привязки № 2	Номер	Линейное сооружение	Диаметр	Расстояние
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ДНС	2	в	126	в	14	н/с	114	15
ДНС	2	к	5	—	—	н/с	325	28
ДНС	2	ДНС	2	в	22	н/с	159	45
ДНС	2	в	22	ДНС	2	н/с	426	7

Примечание. Усл. обозн. см. в табл. 3.

Таблица 3.

Общепринятые условные сокращения

Район привязки	Объекты привязки	Линейное сооружение
(Б) ДНС — (блочная) дожимная насосная станция	к — куст	н/с — нефтесборный коллектор
(Ц) ППН — (центральный) пункт приема нефти	в — врезка куста	н/н — напорный нефтесборник
ЦДНГ — цех добычи нефти и газа	(Б) ДНС — (блочная) дожимная насосная станция	в/в — высоконапорный водовод
(Б) КНС — (блочная) кустовая насосная станция	(Ц) ППН — (центральный) пункт приема нефти	н/в — низконапорный водовод
(Б) ЦТП — (базовый) центральный тепловой пункт	(Б) КНС — (блочная) кустовая насосная станция	г/п — газопровод
КС — компрессорная станция		к/п — конденсатопровод
к — куст		п/п — продуктопровод
в — врезка куста		м/н/с — межпромысловый нефтесборной сети
		м/н — магистральный нефтепровод
		м/п — магистральный продуктопровод
		м/г — магистральный газопровод

Таблица 4. Типология фитоценозов по легенде карты растительности для районов Среднего Приобья (по материалам проектов ОВОС)

1.11	Леса кедровые мелкотравно-зеленомошные IV класса бонитета
1.12	Леса кедровые зеленомошные IV—V классов бонитета
1.13	Леса кедровые травяно-болотные V класса бонитета
1.14	Леса кедровые долгомощные и сфагново-зеленомошные IV—Va классов бонитета
1.15	Комплекс темнохвойно-кедровых зеленомошных IV класса бонитета лесов
1.16	Комплекс темнохвойно-кедровых зеленомошных (IV—Va классов бонитета) и травяноболотных (V класса бонитета) лесов
1.21	Леса сосновые лишайниково-зеленомошные V класса бонитета
1.22	Леса сосновые зеленомошные IV—V классов бонитета
1.23	Леса сосновые долгомощные и сфагново-зеленомошные V класса бонитета
1.24	Леса сосновые сфагновые Va—Vб классов бонитета
1.25	Комплекс сосновых сфагновых лесов и сосновых болот
1.26	Комплекс сосновых зеленомошных (IV бонитет) и сфагновых (Vб бонитет) лесов
1.31	Леса березовые мелкотравно-зеленомошные пойменные III—IV классов бонитета
1.32	Березовые травяно-болотные леса IV—V классов бонитета
1.33	Леса березовые зеленомошные IV класса бонитета
1.41	Осиновые мелкотравно-зеленомошные пойменные леса III—IV классов бонитета
1.42	Осиновые травяно-болотные леса IV—V классов бонитета
1.43	Леса осиновые зеленомошные IV класса бонитета
1.44	Леса ивовые редкостойные III класса бонитета
1.51	Ивняки осоковые и разнотравно-пойменные II—III классов бонитета
1.52	Ивняки кустарниковые на торфяниках
2.11	Болота грядово-мочажинные на глубоких торфах (до 4 м)
2.12	Болота грядово-мочажинно-озерковые на глубоких торфах (до 4 м)
2.13	Болота проточные осоково-сфагновые на мелких торфах (менее 2 м)
2.14	Болота бессточные осоково-сфагновые на мелких торфах (менее 2 м)
2.15	Сосновые рямы на торфах средней мощности (около 2 м)
2.21	Болота переходные старичные осоково-сфагновые с переменным увлажнением
2.22	Болота переходные осоково-сфагновые сплавинные на озерных террасах
3.1	Луга сырые осоково-злаковые
3.2	Луга осоковые торфянистые и травяные болота
3.3	Луга осоково-злаковые и разнотравные закустаренные луга
3.4	Хвощевые и полевицевые группировки на отмелях

лесообразно использовать упрощенную классификацию, в которой сохранены базовые средообразующие признаки. В результате интеграции данных исходной легенды получилось 12 групп биоценозов со сходными характеристиками (табл. 5). Возможна интеграция в еще более крупные образования (табл. 6).

С введением нового Водного кодекса [Водный кодекс..., 1995], под особый контроль попадают аварии, произошедшие на водных объектах, включая болота (см. табл. 5). Мера начисления штрафа определяется степенью приближенности аварии к водному объекту [Положение..., 1989], (табл. 7). Однако оценка потенциального экологического и ресурсного ущерба зависит от типологии объекта поражения (см. табл. 7), от его способности аккумулировать, транспортировать и трансформировать загрязнения.

Приведенные классификации формализуют механизм оценивания комплексного ущерба, нанесенного нефтяными загрязнениями. Рассмотрим примеры такой оценки.

1. Анализ поражения биологической структуры ландшафтов.

Пусть $S_1 \dots S_n$ — суммарные площади различных структур ландшафта на рассматриваемой территории. $S_1 + \dots + S_n = S$. $s_1 \dots s_n$ — суммарные площади пораженных участков на различных структурах ландшафтов. $q_1 \dots q_n$ — весовые коэффициенты значимости ландшафтов. $q_1 + \dots + q_n = 1$, $q_i \geq 0$. Тогда оценочный показатель для биологической структуры ландшафтов вычисляется следующим образом:

$$J_1 = \sum_{i=1}^n q_i \frac{s_i}{S_i}$$

2. Анализ поражения гидрологической структуры ландшафтов.

Близлежащие зоны водоемов разделены на несколько типов. Для каждой зоны назначим свой коэффициент r_i , причем $r_1 + \dots + r_n = 1$, $r_i \geq 0$. Все водоемы разделим по значимости и для каждой группы водоемов с одинаковой значимостью определим свой коэффициент k_j ,

Таблица 5. I. Обобщенный вариант карты растительности (фитоценозы)

1.	Леса слабодренлируемые средне- и низкопродуктивные на междуречье
2.	Леса заболоченные низкопродуктивные на междуречье
3.	Болота верховые проточные
4.	Болота верховые бессточные
5.	Болота переходные
6.	Леса пойменные слабодренлируемые среднепродуктивные
7.	Леса пойменные заболоченные низкопродуктивные
8.	Луга пойменные слабодренлируемые
9.	Луга пойменные заболоченные
10.	Песчаные отмели
11.	Технологические площадки
12.	Вырубки и гари

Таблица 6. II. Обобщенный вариант карты растительности (фитоценозы)

1.	Леса слабодренлируемые
2.	Леса заболоченные
3.	Болота верховые и переходные
4.	Луга пойменные слабодренлируемые
5.	Луга пойменные заболоченные
6.	Технологические площадки
7.	Вырубки и гари

причем $k_1 + \dots + k_m = 1, k_j \geq 0$. Пусть $S_1 \dots S_n$ — площади близлежащих зон для рассматриваемых водоемов. $s_1 \dots s_n$ — площади пораженных участков. $\eta_1 \dots \eta_n$ — отношения фактической концентрации к ПДК в каждом водоеме:

$$\eta_i = \frac{c_i}{\text{ПДК}_i}$$

Тогда для водоемов с коэффициентом k_j получается оценочная мера:

$$M(j) = \lambda \sum_{i \in T(j)} r_i \frac{s_i}{S_i} + (1 - \lambda) \sum_{i \in T(j)} \eta_i,$$

где λ — настраиваемый параметр, $\lambda \in [0; 1]$, $T(j) = \{i_1, \dots, i_{n(j)}\}$ — индексное множество водоемов j -го класса, $n(j)$ — число водоемов j -го класса.

Тогда оценочный показатель ущерба для гидрологической структуры ландшафтов записывается следующим выражением:

$$J_2 = \sum_{j=1}^m M(j) k_j.$$

В заключение отметим, что внедрение „Электронных протоколов“ подводит к решению важнейших прикладных задач.

Таблица 7. Типология объекта поражения

Приближенность к водному объекту	
1.	Непосредственно водный объект (включая дно)
2.	Прибрежная зона
3.	Водоохранная зона
4.	Зона водосбора
5.	Вне зон контроля
Типология водных объектов	
1.	Реки крупные
2.	Реки средние
3.	Реки малые
4.	Ручьи со стоком в реку
5.	Ручьи внутриболотные
6.	Озера сточные крупные
7.	Озера сточные средние и малые
8.	Озера бессточные крупные
9.	Озера бессточные средние и малые
10.	Озера сезонно проточные

1. „Протоколы“ как форма сопровождения ОВОС на стадиях реальной эксплуатации месторождений (ОВОС — наиболее информационно-емкая форма исчисления экологических факторов). Тем самым регламентируются способы учета и оценка потерь.

2. „Протоколы“ — некоторая форма параметризации картографической информации, следовательно „Протоколы“ легко стыкуются с современными ГИС и электронными картами. В частности, одна из таких форм дается при обработке данных объектов обследования [Шмелева, Вахов, 1998].

3. Предпринятая унификация техногена и ландшафта позволяет вплотную подойти к вопросам о методах планирования ремонтно-восстановительных мероприятий, обеспечивающих заданный уровень экологической безопасности.

Литература

- Водный кодекс Российской Федерации, 1995.
 Закон РФ „Об охране окружающей природной среды“ (от 19.12.91 № 2060-1).
 Положение о водоохраных зонах (полосах) рек, озер и водохранилищ (Утв. постановлением Совета Министров РСФСР от 17.03.89 № 91).
 Шмелева Т. А., Вахов Д. Н. Геоинформационные технологии контроля за состоянием загрязненных участков нефтяных месторождений // Криосфера Земли, 1998, № 3, с. 36—43.

Поступила в редакцию
6 февраля 1998 г.